

**НОВА ЕФЕКТИВНА КОНСТРУКЦІЯ ПІДСИЛЕННЯ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ**

**A NEW EFFECTIVE EXTERNAL REGULATING SYSTEM FOR
STRENGTHENING REINFORCED CONCRETE BEAMS OF
RECTANGULAR CROSS-SECTION**

**Чеканович М.Г., к.т.н., професор (ДВНЗ ХДАУ, м. Херсон),
Чеканович О.М., к.т.н., доцент (ДВНЗ ХДАУ, м. Херсон),
Журахівський В.П., аспірант (ДВНЗ ХДАУ, м. Херсон)**

**Chekanovych M.H., Ph.D., professor (Kherson State Agricultural
university, Kherson), Chekanovych O.M., Ph.D., associate professor
(Kherson State Agricultural university, Kherson), Zhurakhivskiy V.P.,
post-graduate student (Kherson State Agricultural university, Kherson)**

У статті запропоновано, нову ефективну регульовану конструкцію для підсилення залізобетонних балок прямокутного перерізу.

The paper presents a new external regulating system for strengthening reinforced concrete beams of rectangular cross-section. A full patent of Ukraine №109379 confirms the proposed system. The system allows efficient redistribution of stresses between the compressed and tensile zones of the bending element, and compensates for the negative effect of external load. Due to the regulative external reinforcement an increase in the carrying capacity, crack resistance and rigidity of reinforced concrete beams is achieved.

Ключові слова: залізобетонна балка прямокутного перерізу, підсилення, зовнішня регульована система, ефективність

Keywords: reinforced concrete beam of rectangular cross-section, strengthening, external regulating system, effect

Сучасний технічний стан значної частини будівельного комплексу України може класифікуватися як незадовільний, що потребує реконструкції, переоснащення. Конструкції перекриття, а зокрема, згинальні елементи, найчастіше піддаються негативним впливам: атмосферним, антропогенним, пов'язаним, наприклад, з

технологічним процесом. Це викликає появу дефектів та пошкоджень: відшарування захисного шару бетону, сколювання, корозія арматури, тріщини силового характеру, недопустимі прогини, деформації та ін. Як наслідок, знижується їх несуча здатність, і конструкції можуть стати непридатними до нормальної експлуатації, що в свою чергу призводить до виключення з роботи певного приміщення, частини або і будівлі чи споруди в цілому.

Традиційно для підвищення несучої здатності, зменшення деформативності пошкоджених згинаних елементів або при зміні діючих на них навантажень, умов експлуатації застосовують підсилення за допомогою зовнішньої арматури. Відомими способами підсилення є встановлення горизонтальних, шпренгельних або комбінованих затяжок [1-5]. Проблеми підсилення залізобетонних згинальних елементів зовнішньою арматурою присвячені роботи вітчизняних авторів: Абовського М.П., Ахмеднабієва Р.М., Гамбарова Г.А., Гитлевича М.Б., Голишева А.Б., Гриневича Є.О., Губія М.М., Динельта Ю.Б., Домбаєва І.А., Зубарева А.Н., Избаша М.Ю., Калініна А.А., Клименка Є.В., Клименка Ф.Е., Кліменка В.З., Крижанівського В.Н., Ф. Леонгарда, Онуфрієва М.М., Перельмутера А.В., Сальникова В.І., Салії Г.Ш., Саляхова М.А., Семірненка Ю.І., Ткаченко І.Н., Фейгіна Е.М, Фомиці Л.Н., Е. Фрейсіне, Шагіна О.Л. та закордонних: Cai X.-D., Dischinger F., Fastabend M., Ivanyi G., Li C.-G., Schücker B., Wilhelm B., Wu Z.-H, та ін., в яких відзначені широкий спектр можливостей зовнішніх систем підсилення та їх зручність для практичного застосування.

Проте, не завжди ефект від застосування таких конструкцій є повністю позитивним. Наприклад, шпренгельні затяжки можуть спричинити появу тріщин у верхній зоні балкової конструкції. При навантаженні можливе руйнування такого згинаного елемента по стисненій зоні бетону. Отже, важливою науковою проблемою є створення ефективної системи підсилення залізобетонних згинаних елементів, яка б могла регулювати зусилля в балковому елементі і компенсувати негативний вплив зовнішнього навантаження, при цьому в повній мірі використовуючи властивості бетону і сталі елементу, що підсилюється.

Проведені авторами дослідження довели можливість створення таких ефективних конструкцій підсилення для залізобетонних згинальних елементів [6,7]. Пропонується нова регульована

конструкція підсилення, де за допомогою дії зовнішньої системи взаємопов'язаних важелів та арматури, вдається суттєво підвищити несучу здатність згинаних елементів [8]. Загальний вигляд такої конструкції підсилення на прикладі залізобетонної балки прямокутного перерізу наведено на рис. 1, 2.

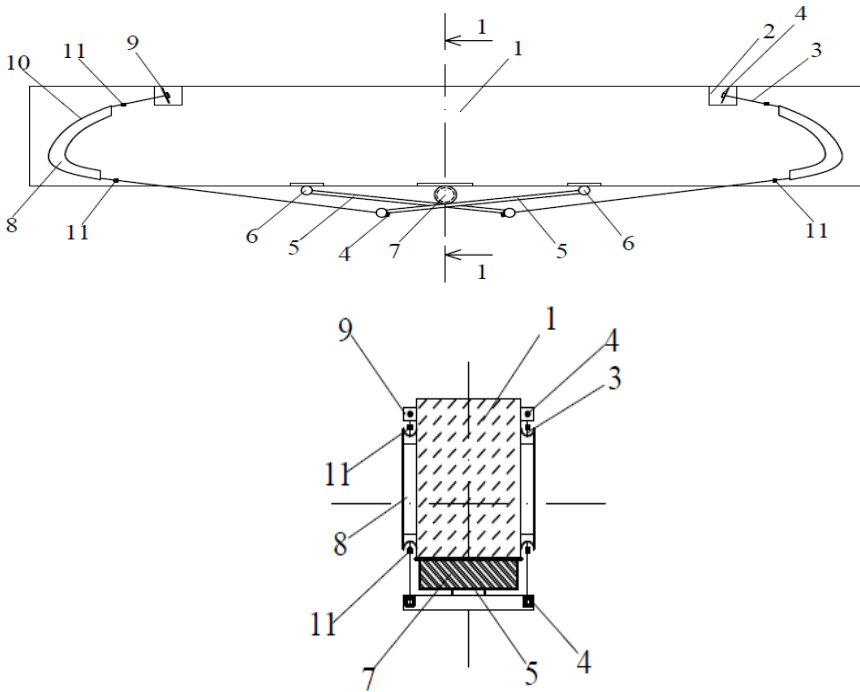


Рис. 1. Вид збоку та переріз балки з запропонованою регульованою конструкцією підсилення

- 1 - залізобетонна балка;
- 2 – закладні деталі;
- 3 – зовнішня арматура;
- 4 – анкери;
- 5 – натяжна конструкція у вигляді двох важелів;
- 6 – шарнір;
- 7 – коток;
- 8 – асиметрична направляюча деталь;
- 9 – упор;

10 – спеціальний гнучкий елемент;

11 – муфти.

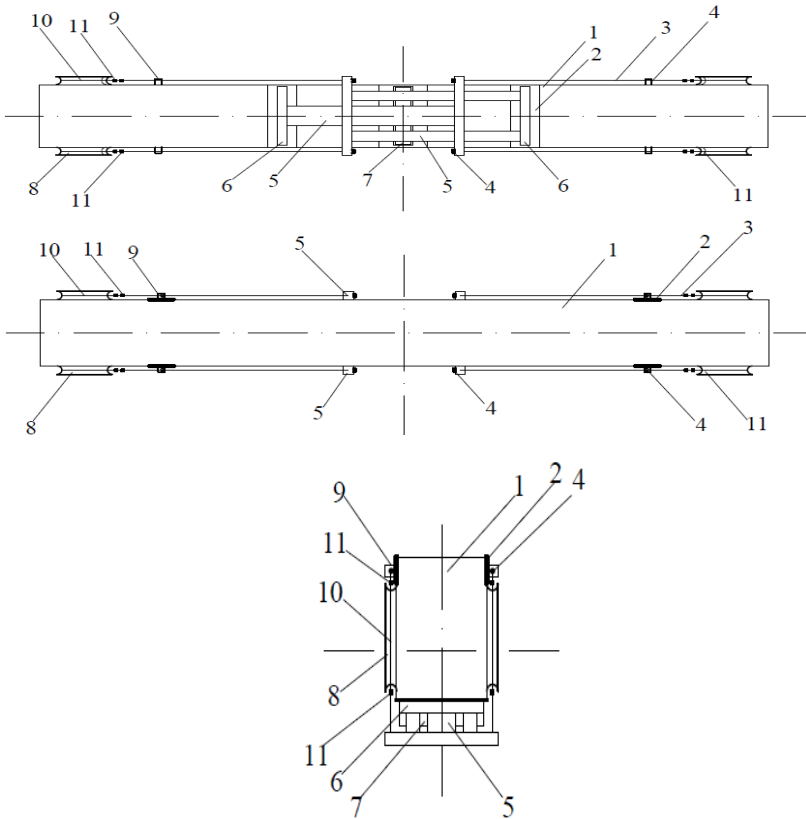


Рис. 2. Вид знизу, зверху та з торця експериментальної регульованої балки

В основу розробки поставлена задача створення високоміцних, жорстких і тріщиностійких конструкцій балок, що розвантажуються в стисненій верхній зоні бетону, раціонально перерозподіляють зусилля між стисненою і розтягнутою зонами і передають збільшений обтиск на середню нижню частину балки. Для цього запропонована система «балка – конструкція підсилення» включає залізобетонне тіло з закладними деталями на поверхні і не зчеплену

з бетоном зовнішню арматуру у вигляді окремих ланцюгів, закріплених на балці. Зовнішня арматура взаємодіє з натяжною конструкцією, розташованою посередині балки на нижній її грані. При цьому натяжна конструкція виконана у вигляді двох дзеркально симетрично розташованих навхрест важелів, закріплених зовнішніми від центру балки кінцями лінійно нерухомими шарнірами на нижній грані балки, а в середній своїй частині важелі вільно обпираються на коток, розташований в центрі прольоту балки між закладною деталлю нижньої її грані і важелями. Кожний важіль протилежним вільним кінцем шарнірно з'єднаний анкером в один ланцюг з розташованою в нижній розтягнутій зоні балки ділянкою гнучкої арматури. Арматура огинає і щільно охоплює асиметричну, з більшою кривиною у нижній розтягнутій зоні балки напівкільцеву направляючу деталь, закріплену на бічних гранях балки в приопорних зонах. Протилежний кінець арматури закріплюється анкером на упорі закладної деталі стиснутої верхньої зони балки і утворює один ланцюг з важелем. Таких ланцюгів, розташованих дзеркально симетрично, щонайменше два. При цьому асиметричну напівкільцеву деталь огинає і щільно охоплює окремих спеціальний гнучкий елемент з антифрикційним покриттям по поверхні контакту з нею, з'єднаний муфтами по кінцях з нижньою і верхньою окремими лінійними ділянками арматури, об'єднаної в один ланцюг з важелем.

Розрахункова схема запропонованої системи «балка – конструкція підсилення» наведена рис. 2.

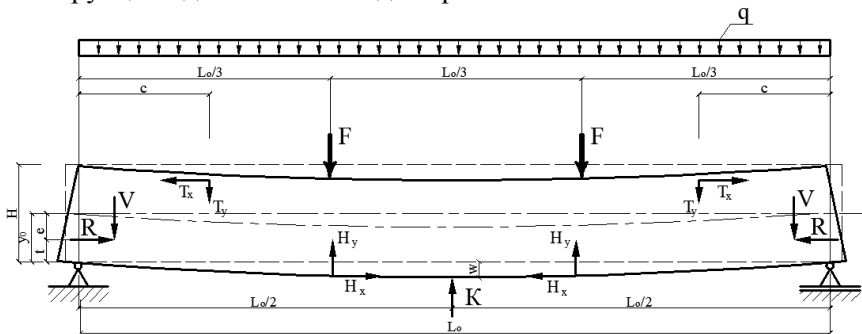


Рис. 3. Розрахункова деформована схема балки під дією зовнішнього навантаження та реакцій зусиль запропонованої системи зовнішнього підсилення

Рівняння напружено-деформованого стану прямокутного перерізу залізобетонної балки, підсиленої запропонованою системою в загальному вигляді можна представити так:

$$N(K) + N(T_x) - N(H_x) - B \cdot \left[\frac{f_{prism}}{\chi} \cdot \sum_{k=1}^5 \frac{\alpha_k}{k+1} \cdot \frac{\varepsilon_1^{k+1} - \varepsilon_2^{k+1}}{\varepsilon_{cf}^k} + \psi_{ct} \cdot f_{ct} \cdot h_t \right] + \sum_{i=1}^m \sigma_{Si} \cdot A_{Si} = 0 \quad (1)$$

$$M(F) + M(q) + M(K) + M(R) + M(V) + M(T_x) + M(T_y) + M(H_x) + M(H_y) - B \cdot \left[\frac{f_{prism}}{\chi^2} \cdot \sum_{k=1}^5 \frac{\alpha_k}{k+2} \cdot \frac{\varepsilon_1^{k+2} - \varepsilon_2^{k+2}}{\varepsilon_{cf}^k} + \psi_{ct} \cdot f_{ct} \cdot \frac{h_t^2}{2} \right] + \sum_{i=1}^m \sigma_{Si} \cdot A_{Si} \cdot d_{Si} = 0, \quad (2)$$

де $N(R), N(T_x), N(H_x)$, - поздовжні сили від дії системи підсилення на балку; $M(F), M(q), M(K), M(R), M(V), M(T_x), M(T_y), M(H_x), M(H_y)$ – моменти від зовнішнього зосередженого навантаження; від власної ваги підсиленої балки; від дії сил розвантаження системи підсилення.

Застосування запропонованої конструкції системи підсилення дозволяє ефективно виконувати натяг зовнішніх арматурних ланцюгів, що підсилює розтягнуту зону балки і знижує її деформативність, особливо при асиметричному експлуатаційному навантаженні, при високій жорсткості, тріщиностійкості і міцності, забезпечуючи при цьому ефективність використання фізико-механічних характеристик матеріалів.

Висновки. Запропонована нова ефективна зовнішня регульована конструкція підсилення залізобетонних балок прямокутного перерізу, особливістю якої є встановлення розтяжок для розвантаження стиснутої зони плити, що дає можливість перерозподіляти напруження в конструкції, підвищуючи її несучу здатність, жорсткість і тріщиностійкість, сприяє більш повному використанню властивостей міцності матеріалів.

1. Гольшев А.Б. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений/ А.Б. Гольшев, И.Н. Ткаченко. - К.: Логос, 2001. - 172 с.

2. Домбаев И.А. Обжатие железобетонных конструкций внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01/ И.А. Домбаев – Х., 1997. - 24с.

3. Малыганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей)/ А.И. Малыганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск, 1990.- 320 с.

4. Онуфриев Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений/ Н. М. Онуфриев.- Ленинград, 1965. - 342 с.

5. Шагин А.Л. Обжатие конструкций шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками/ А.Л. Шагин, И.А. Домбаев// Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 1997. - № 8. - С.33-36.

6. Пат. 87047 Україна, МПК E04C 3/00. Регульованообтиснена залізобетонна балка/ Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: Чеканович О.М. - №а 200710856; заявл. 10.04.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл.№11.

7. Пат. 75653 Україна, МПК E04C 3/20 E04C 3/29. Балка/ Чеканович М.Г., Чеканович О.М.; заявник: Чеканович М.Г., Чеканович О.М.; патентовласник: Чеканович М.Г. - №20031211753; заявл. 17.12.2003; опубл. 15.05.2006, Бюл. №5.

8. Пат. №109379 Україна, МПК E 04C 3/20. Конструкція балкова/ Чеканович М.Г., Журахівський В.П., Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: Чеканович М.Г. - №а 201410316; заявл.22.09.2014; опубл. 25.02.2015, Бюл.№ 4.